



Doriano Castaldini*, Marzia Conventi**

Inquadramento geografico e caratteristiche delle Salse di Nirano

Riassunto

La Riserva Naturale Regionale delle Salse di Nirano (Comune di Fiorano Modenese) è stata la prima riserva naturale istituita nel 1982 dalla Regione Emilia-Romagna e, dal 2004, è anche un Sito di Importanza Comunitaria. Le Salse di Nirano rappresentano l'esempio più antico di vulcani di fango tutelati in Italia e ad oggi sono tra i meglio conservati d'Europa. Le salse sono delle emissioni di fango freddo prodotte dalla risalita in superficie di acqua salata e fangosa frammista a idrocarburi principalmente gassosi e, in piccola parte, liquidi prevalentemente lungo faglie e fratture del margine appenninico emiliano. La forma degli apparati dipende dalla tipologia dei fanghi estrusi, leggermente diversi tra loro dal punto di vista mineralogico e granulometrico. La morfologia è in continua evoluzione: nuove bocche si aprono mentre altre cessano la loro attività. Nel presente studio le salse sono state suddivise in otto gruppi identificati con una lettera da A a H, oltreché con una terminologia locale.

Abstract

Geographic setting and characteristics of the Nirano Mud Volcano Nature Reserve. The Regional Nature Reserve of the Nirano mud volcanoes (Fiorano Modenese, Italy) was the first nature reserve established in 1982 by the Emilia-Romagna Region and, since 2004, it is also a Site of Community Importance of the EU. The Nirano mud volcanoes are the oldest example of protected mud volcanoes in Italy and to date they are among the best preserved in Europe. These apparatuses are emissions of cold mud produced by the rising to the surface of salty and muddy water mixed with gaseous and, to a lesser extent, liquid hydrocarbons mainly along faults and joints of the Emilia pede-Apennine margin. The shape of the various apparatuses depends mostly on the characteristics of the extruded muds, which differ from the mineralogical and particle-size viewpoint. The morphology of mud volcanoes is in constant evolution: new vents are formed whereas others stop their activity. In this study, the Nirano mud volcanoes have been subdivided into eight groups, identified by means of a letter, from A to H, and also according to a local terminology.

Parole chiave: *Vulcani di fango, apparato lutivomo, faglie e fratture, margine appenninico emiliano, Nirano.*

Key words: *Mud volcanoes, mud ejection apparatus, faults and joints, Emilia pede-Apennine margin, Nirano.*

* Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche, Università di Modena e Reggio Emilia, Via G. Campi 103, 41125 MODENA; e-mail: doriano.castaldini@unimore.it.

** Responsabile Ufficio Ambiente e Direzione della Riserva Naturale delle Salse di Nirano, Via Vittorio Veneto 27/A, 41042 FIORANO MODENESE (MO); e-mail: mconventi@comune.fiorano-modenese.mo.it.

1. Premessa

Le Salse di Nirano sono dei vulcani di fango ubicati nell'omonima Riserva Naturale Regionale che si trova al margine dell'Appennino nel territorio del Comune di Fiorano Modenese, nel cuore del distretto ceramico più importante al mondo, ed è facilmente raggiungibile da Modena, distante appena 30 km (Fig. 1). La superficie della Riserva si estende per un totale di 207 ha ed è compresa fra i 140 e i 308 m s.l.m.; l'area è suddivisa in tre zone a diverso grado di protezione: una più interna, a protezione integrale, un'area intermedia, a tutela ambientale generale, e una esterna di protezione che delimita l'area della Riserva.

La zona in cui sono ubicate le salse – l'area a Riserva Integrale – è posta a quote comprese fra i 200 e i 220 m s.l.m. e occupa un'area di circa 10 ha di proprietà pubblica.

Essendo i vulcani di fango delle Salse di Nirano uno dei fenomeni di vulcanismo freddo meglio sviluppati su tutto il territorio italiano, e tra i maggiori d'Europa, hanno da sempre suscitato grande interesse. Esse sono state descritte, assieme ad altre salse del Modenese, già da Plinio il Vecchio nella sua *Historia mundi naturalis*, scritta intorno al 75-79 d.C. Descrizioni delle salse furono fatte anche in secoli successivi ma le spiegazioni del fenomeno erano poco attendibili sul piano scientifico. Soltanto alla fine del XIX secolo la vera natura delle salse fu riconosciuta e descritta da Coppi (1875) e da Stoppani (1876) nella sua famosa opera "Il Bel Paese".

Sulle Salse di Nirano sono poi seguiti altri numerosissimi lavori che si sono occupati degli aspetti geologici, botanici e naturalistici. Per brevità, vengono di seguito citati solo gli studi realizzati nell'ultimo decennio nel settore delle Scienze della Terra: Accaino *et al.* (2007), Bertacchini (2009), Bonini (2008a, 2008b, 2009, 2012, 2013), Carobene & Gasperi (2008), Alagna & Pavignani, 2010, Castaldini *et al.* (2007, 2011a, 2011b, 2017a, 2017b), Liberatoscioli *et al.* (2011), Piacentini *et al.* (2011), Manga & Bonini (2012), Oppo *et al.* (2013, 2017), Frehner & Lupi (2014), Frehner *et al.* (2014), Lupi *et al.* (2014, 2016), Sciarra *et al.* (2015), Castaldini & Coratza (2017).

Per lungo tempo l'area delle Salse di Nirano è stata utilizzata per pratiche agricole e i coni di fango venivano parzialmente spianati; il fango era inoltre utilizzato per scopi terapeutici e questo impediva l'accrescimento degli apparati lutivomi. Con il "Progetto per l'istituzione di una Riserva Integrale in località Salse di Nirano", il Comune di Fiorano Modenese ha iniziato nel 1979 un percorso di salvaguardia dell'area e di acquisto dei terreni interessati dagli apparati lutivomi, che ha portato, nel 1982, all'istituzione della prima Riserva riconosciuta in Emilia-Romagna, con l'obiettivo di tutelare e conservare le caratteristiche geologiche e vegetazionali dell'area.

Nel 2004 la Commissione Europea, sulla base della direttiva "Habitat", ha individuato nell'intera area della Riserva, e in zone limitrofe, un "Sito di Im-

portanza Comunitaria” (SIC) grazie anche alla presenza di cinque habitat naturali e seminaturali considerati di interesse comunitario. Il SIC IT 4040007, che comprende interamente la Riserva, ha un’estensione di 371 ha e ospita l’habitat 1340* – “Pascoli inondati continentali” a *Puccinellia fasciculata* (Fig. 2) – specie alofila dei litorali, capace di adattarsi in condizioni ambientali fortemente selettive per salinità e aridità del suolo, che nel campo delle Salse di Nirano trova la sola stazione di entroterra della “Rete Natura 2000”. *Puccinellia fasciculata* è pertanto assurta a simbolo e bandiera della Riserva, e ne è stata, sin dalla sua scoperta a Nirano, elemento trainante di istituzione della stessa, continuando a svolgere un ruolo prioritario nella scelta e nella definizione di misure di conservazione e di gestione delle Salse.

La dichiarazione di importanza del SIC è dovuta, oltre che alla peculiarità geologica del sito e alla presenza dell’habitat anzidetto, dalla capacità di ospitare, in questi territori, specie vegetali e animali e condizioni ecologiche ritenute prioritarie da proteggere in quanto uniche e faultrici di una specifica biodiversità. Infine la peculiarità della Riserva, legata alla presenza delle salse, unitamente al valore geologico-paesaggistico dei calanchi, che caratterizzano l’area, ha valso al territorio della Riserva e del SIC il riconoscimento di “Geosito” per la tutela del Patrimonio Geologico del nostro Paese. Dal 2016 la gestione della Riserva avviene in modo coordinato tra il Comune di Fiorano Modenese e l’Ente Parco dell’Emilia centrale.

Si può affermare che il diminuito impatto antropico, avviato dall’istituzione della Riserva, ha indubbiamente contribuito allo sviluppo e al consolidamento degli apparati lutivomi. Anche le aree circostanti la zona a protezione integrale, in passato utilizzate per pratiche agricole e di pastorizia, mostrano, grazie alla forma di tutela che valorizza la naturale evoluzione del territorio, un aumento della vegetazione, con conseguente diminuzione dei fenomeni di erosione accelerata. Attualmente l’intera Riserva si è attrezzata sia proteggendo gli apparati lutivomi sia allestendo camminamenti con passerelle in legno sopraelevate per consentire l’accesso ai disabili e permettere ai visitatori di avvicinarsi e osservare i fenomeni legati alle salse in modo ottimale e sicuro (“Itinerario siti aperti”, cfr. Castaldini *et al.*, 2011b).

In considerazione delle sue peculiarità ambientali la Riserva è stata anche inserita nell’ambito di escursioni di manifestazioni scientifiche internazionali. In particolare, nel 2011 è stata visitata da studenti e docenti di scuola superiore, provenienti da 34 paesi di tutto il mondo, partecipanti alla quinta edizione della “International Earth Science Olympiad” (IESO 2011) e nel 2013 dai partecipanti a una escursione della Conferenza mondiale di Geochimica “Goldschmidt” di Firenze (Sciarra *et al.*, 2015).

Dal 2016 la Riserva è inserita nell’itinerario della “Via dei vulcani di fango”, un percorso per tutti che collega luoghi ed eccellenze attraverso il feno-

meno dei vulcani di fango nei territori dei comuni emiliani di Maranello, Fiorano Modenese, Sassuolo, Castellarano, Scandiano, Viano (GeoMedia, 2017).



Fig. 1 – Ubicazione geografica dell'area della Riserva Naturale Regionale delle Salse di Nirano (riquadro grigio).

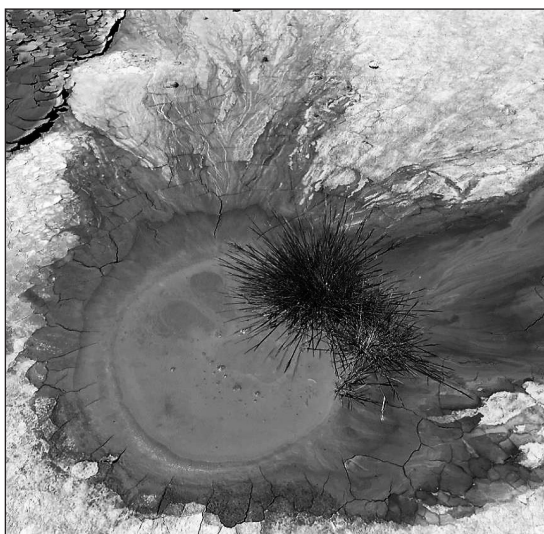


Fig. 2 – Esemplici di *Puccinellia fasciculata* cresciuti attorno a un apparato lutivomo a "polla" (foto S. Magli).

2. Il fenomeno delle salse

Sulla base dei lavori precedentemente citati risulta che le “salse” – termine locale per indicare vulcani di fango – sono delle emissioni di fango freddo (la temperatura è prossima a quella ambiente: poco più alta in inverno e poco più bassa in estate) prodotte dalla risalita in superficie di acqua salata e fangosa frammentata a idrocarburi principalmente gassosi (metano) e, in piccola parte, liquidi (petrolio) prevalentemente lungo faglie e fratture del margine appenninico.

In Italia vi sono una sessantina di siti con presenza di vulcani di fango di cui una ventina in Emilia-Romagna (Martinelli & Judd, 2004; Castaldini & Coratza, 2017); questi fenomeni, vengono indicati localmente anche con altri termini tra cui “barboi”, “bollitori”, “maccalube”.

Il nome “salsa” (dal latino *salsus* che significa salato) deriva appunto dall’alto contenuto di sale delle acque fangose. La salinità delle acque è dovuta prevalentemente alla presenza di cloruro di sodio (NaCl) e tale presenza è facilmente verificabile quando il fango fuoriuscito si essicca e per evaporazione si formano in superficie veli ed efflorescenze bianche. Queste acque salate sono definite “connate”, cioè formatesi entro i sedimenti che si depositarono alcuni milioni di anni fa nell’antico Mare Adriatico, che era ben più vasto dell’attuale. Esse sono rimaste intrappolate in profondità nei sedimenti e sono pertanto considerate acque fossili (cfr. Cipriani *et al.*, 2017 nel presente volume).

Gli idrocarburi presenti si sono generati anch’essi, come le acque salate, a grandi profondità dalla decomposizione anaerobica di resti organici di origine vegetale e animale. La loro presenza è facilmente verificabile grazie all’inflammabilità dei gas emessi (Fig. 3) e alle chiazze di petrolio di colore marrone. I serbatoi di provenienza dei materiali fangosi sembra si collochino tra i 500 e i 2000 m di profondità (cfr. anche Bonini 2007, 2008a, 2009, 2012, 2013; Oppo *et al.* 2017). I materiali limo-argillosi vengono trascinati verso l’alto dai gas e dall’acqua essenzialmente lungo fratture e faglie. Successivamente, una volta in superficie, si depositano lungo i fianchi degli apparati lutivomi e rappresentano la testimonianza dei livelli rocciosi attraversati dai fluidi durante la loro risalita. Studi precedenti (Conti *et al.*, 2003; Accaino *et al.*, 2007) avevano già evidenziato una stretta relazione tra la natura dei depositi estrusi dall’attività dei vulcani di fango e la natura del substrato, dimostrata dalla corrispondenza con depositi del substrato più superficiale; fatto che pone interrogativi sulle modalità di stazionamento dei fluidi nel sottosuolo.

Studi geofisici, descritti in Accaino *et al.* (2007), hanno tra l’altro permesso di ricostruire le strutture sepolte fino alla profondità di 30-50 m dal piano campagna, evidenziando i condotti superficiali di risalita del materiale e riconoscendo una camera di accumulo del fango alla profondità di 25 m dal piano campagna; tale camera non è in relazione con l’ambiente di formazione del fango, ma rappresenta un serbatoio sub-superficiale prima dell’emissione

finale che, in generale, può avvenire in corrispondenza delle più disparate discontinuità o attraverso terreni a diversa permeabilità.

Secondo la terminologia più accreditata (cfr. Higgings & Saunders, 1974; Kopf, 2002), la forma dei vulcani di fango, può essere praticamente piatta al livello del terreno circostante (*mud pie*) oppure a coni singoli (*mud dome*) o multipli, anche con coni avventizi (*gryphon*). Nel caso specifico, la forma degli apparati lutivomi dipende dalla tipologia dei fanghi estrusi leggermente diversi tra loro dal punto di vista mineralogico e granulometrico (cfr. Vezzalini *et al.*, 2017 nel presente volume). Si è verificata quindi la formazione di “coni” singoli (Figg. 8 e 10), doppi o multipli (Fig. 9 e 11) di altezza variabile da vari decimetri ad alcuni metri, e di “polle” a livello del terreno circostante (Fig. 12), o comunque meno sviluppate verticalmente, con diametri variabili da alcuni decimetri a pochi metri. In totale nel campo di fango si possono individuare quattro gruppi di apparati lutivomi “a cono” e numerosissime salse “a polla”.

Questo particolarissimo ambiente geologico presenta una morfologia in continua evoluzione: nuove bocche si aprono mentre altre cessano la loro attività. Ciò è dovuto all’alternarsi di periodi di intensa attività con altri di scarsa o nulla attività. Durante questi ultimi il fango seccandosi va ad ostruire il condotto di uscita e il fango deve necessariamente trovare nuove vie di fuoriuscita. Punti lutivomi di nuova generazione si sono formati nella zona dell’Ecomuseo Ca’ Rossa: nel boschetto a sud-ovest del caseggiato (Figg. 4 e 5), dopo i forti terremoti della sequenza sismica emiliana del 2012, e nel piccolo prato ad ovest nel maggio 2016.



Fig. 3 – La presenza di gas emessi dalle bocche dei vulcani di fango è testimoniata dalla loro infiammabilità la cui dimostrazione è consentita solo alle Guardie Ecologiche Volontarie che presidiano la riserva (foto D. Castaldini).

Le salse sono ubicate sul fondo di una depressione sub-circolare (caldera) di cui si dirà nel capitolo delle caratteristiche geomorfologiche.

I materiali limo-argillosi che fuoriescono dalle salse ricoprono il terreno circostante tramite colate; pertanto, con il ripetersi di questo fenomeno nel tempo, il fondo della conca è stato in gran parte ricoperto da depositi fangosi dello spessore di vari metri.

Il fango che fuoriesce dalle salse fluisce, lungo fossi e lungo il Rio delle Salse, nel Torrente Fossa che scorre a pochi chilometri di distanza.

3. Nomenclatura di riferimento delle Salse di Nirano

Le varie attività di ricerca illustrate nella presente pubblicazione hanno previsto rilievi, monitoraggi, misurazioni e campionamenti di vario tipo sui principali punti lutivomi degli oltre quattrocento censiti dal 1884 al maggio 2016.

Pertanto, per facilitare l'individuazione degli apparati descritti nei successivi capitoli, si è ritenuto opportuno elaborare una "figura indice" con la nomenclatura di riferimento per le Salse di Nirano utilizzando anche la denominazione locale (Fig. 6).



Fig. 4 – Le Salse “C-Garfagnine” nel boschetto a SO di Ca’ Rossa nell’ottobre 2012 (foto D. Castaldini).



Fig. 5 – Le Salse “C-Garfagnine” nel boschetto a SO di Ca’ Rossa nel giugno 2016 (foto D. Castaldini).



Fig. 6 – Carta indice con nomenclatura di riferimento per le Salse di Nirano (da immagine Google Earth del 28/09/2016).

Procedendo in senso orario dall'accesso principale del sentiero denominato "Siti aperti", le prime salse che si rinvencono sono quelle qui denominate "A-Nando Ovest": si tratta di piccole salse a cono, allineate tra loro, che alternano periodi di attività a periodi di stasi (Fig. 7). A pochi metri di distanza è ben visibile, anche dalla strada, la salsa qui denominata "B-Nando", si tratta di un bellissimo esempio di cono singolo attivo (Fig. 8). L'attività lutivoma particolarmente intensa che ha preceduto i sismi distruttivi della pianura modenese nel 2012, ha prodotto l'innalzamento del cono di alcuni decimetri. Attraversando la strada comunale Via Rio Salse (II tronco), si incontrano diversi apparati, con bocche più evidenti ubicate a sud-ovest dell'Ecomuseo di Ca' Rossa; si tratta delle salse denominate "C-Garfagnine" in quanto testimonianze locali affermavano che fossero comparse qualche giorno prima del sisma della Garfagnana di magnitudo = 4,8 del 25/01/2013 (informazione errata ripresa anche da Sciarra *et al.*, 2015). In realtà, alcune fotografie rinvenute recentemente hanno documentato che i punti lutivomi erano già presenti nell'ottobre 2012 sotto forma di alcuni piccoli punti di emissione dispersi nel boschetto (Fig. 4). Successivamente l'emissione di fango è aumentata concentrandosi in due apparati principali (Fig. 5). Durante gli eventi sismici del 2012 in Emilia l'emissione di fango da queste bocche era diventata così intensa da creare disagi alla viabilità stradale prospiciente; pertanto per far defluire il fango senza interessare la strada sono stati scavati dei fossi, all'interno della zona di emissione. Questa soluzione impedisce però uno sviluppo naturale degli apparati lutivomi "C-Garfagnine"; il fango accumulato sta inoltre causando la morte degli alberi. Nel maggio 2016 sono comparse altre piccole polle nel prato ad ovest della carreggiata che conduce a Ca' Rossa. Situata di fronte a Ca' Rossa (SSO), è ben visibile dalla Strada delle Salse l'apparato denominato "D-La Giunta"; esso è costituito da un complesso di oltre sei punti lutivomi, tra attivi e non, a forma di cono o di polla (Fig. 9). Il 26 maggio 2015, in una delle bocche lutivome è stata installata una sonda di monitoraggio in grado di misurare con sufficiente potere risolutivo i valori di livello dell'acqua fangosa e di temperatura (cfr. Martinelli & Dadomo, 2017 nel presente volume).

Per osservare le altre salse occorre percorrere la passerella dell'itinerario "Siti aperti" e proseguire oltre lungo il sentiero sterrato che conduce alla zona più elevata del campo delle salse. La salsa "E-Egidio" è costituita da un singolo apparato a forma di tronco di cono (Fig. 10) situato in posizione intermedia rispetto alle altre salse. Lasciando la passerella in legno di "Siti aperti" e proseguendo verso sud-ovest, si incontrano apparati effimeri e non visibili nella carta indice, qui individuati con la lettera "F". Nel settore più elevato si trova la salsa "G-Fernando" che è l'apparato lutivomo più vecchio e più grande di tutto il campo delle salse (Fig. 11). Presenta complessivamente una forma a tronco

di cono con ampia parte superiore. È costituito da più punti di emissione di fango, alcuni attivi ed altri estinti, a forma di piccoli cono o polle.

Pochi metri a nord di “G-Fernando” sono ubicate quattro salse a polla, qui denominate “H-Polle alte” del diametro dell’ordine del metro (Fig. 12) che, per le loro ridotte dimensioni, non sono visibili nella carta indice.



Fig. 7 – Salse “A-Nando Ovest”: piccole salse a cono allineate; sullo sfondo “D-La Giunta” (maggio 2016, foto D. Castaldini).



Fig. 8 – Salsa “B-Nando”, bellissimo esempio di cono singolo attivo (novembre 2016, foto D. Castaldini).



Fig. 9 – Sommità della Salsa “D-La Giunta”, costituita da un complesso di più punti lutivomi a cono e a polla. In secondo piano la “Salsa B-Nando” (marzo 2017, foto D. Castaldini).



Fig. 10 – La Salsa “E-Egidio” situata al centro del campo delle salse (novembre 2016, foto D. Castaldini).



Fig. 11 – La Salsa “G-Fernando”: l’apparato lutivomo più vecchio e più grande di tutto il campo delle salse costituito da un complesso di più punti di emissione a cono e a polla (maggio 2016, foto L. Callegari).



Fig. 12 – Una delle quattro salse dette “Polle alte-H” ubicate a nord di “G-Fernando” (maggio 2016, foto D. Castaldini).

Ringraziamenti

Gli autori ringraziano il Prof. Stefano Conti per il prezioso lavoro di revisione del manoscritto.